

Probleme der Schwerölverbrennung in Dieselmotoren

Behrens, R.

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 1987 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.153-156



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

Probleme der Schwerölverbrennung in Dieselmotoren

Dipl.-Ing. R. Behrens

Institut für Kolbenmaschinen, Universität Hannover

1. Einleitung

Große Dieselmotoren werden aus wirtschaftlichen Gründen in zunehmendem Maße mit Schweröl betrieben. Probleme treten dabei durch schlechte Zünd- und Brenneigenschaften sowie durch erhöhten Verschleiß auf.

2. Zündverhalten

Ein Maß für das Zündverhalten ist der Zündverzug. Als Zündverzug wird die Zeit bezeichnet, die vom Beginn des Einspritzens des Kraftstoffs in den Zylinder bis zum Beginn der Zündung vergeht. Ein langer Zündverzug kann hohe Druckgradienten im Zylinder und damit starke Triebwerksbelastungen und Geräuschemission verursachen.

Aromatenreiche Kraftstoffe gelten als zündträge. Um diese Abhängigkeit näher zu untersuchen, wurden Kraftstoffmischungen aus Schweröl (Atmosphären-Rückstand), Light-Cycle-Gasöl und Gasöl mit verschiedenen Aromatengehalten hergestellt. Mit diesen Mischkraftstoffen erfolgte eine Messung des Zündverzuges im Versuchsmotor. Parallel dazu wurden mit der Hochleistungsflüssigchromatographie die Aromaten nach Gruppen getrennt. Dabei zeigte sich, daß nicht der Gesamtaromatengehalt eine Korrelation mit dem Zündverzug ergab, sondern der Gehalt an Aromaten einer Gruppe mit drei kondensierten Ringen, Aromaten IV genannt [1].

Dieses Ergebnis wurde durch Untersuchungen von Kraftstoffen aus dem Feldbetrieb erhärtet. In Bild 1 ist das Gesamtergebnis dargestellt, wobei hier die Dichte der Kraftstoffe als weiterer Parameter hinzugenommen wurde.

3. Verschleiß

Erhöhter Verschleiß bei Schwerölbetrieb von Dieselmotoren ist im wesentlichen auf drei Ursachen zurückzuführen:

1. Höhere Druckgradienten im Zylinder, damit größerer mechanischer Verschleiß
2. Der Aschegehalt der Schweröle ist größer, daher folgt erhöhter abrasiver Verschleiß
3. Aufgrund des hohen Schwefelgehaltes ergibt sich ein großer korrosiver Verschleiß.

Für Verschleißuntersuchungen steht im IfKo der Uni Hannover ein Dieselmotor MAN V1V 23/23 mit ca. 150 KW Zylinderleistung zur Verfügung. Die Verschleißmessung erfolgt mit der Radio-Nuklid-Meßtechnik.

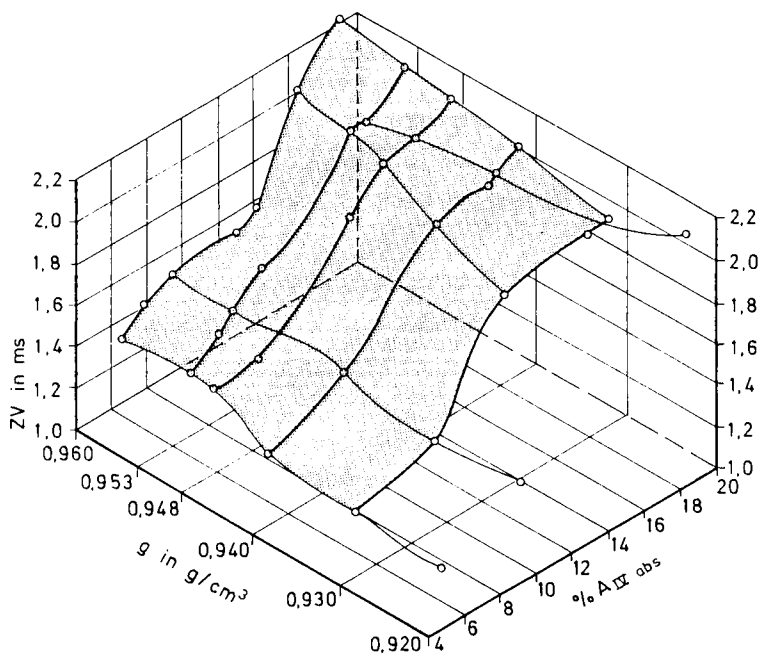


Abb. 1:

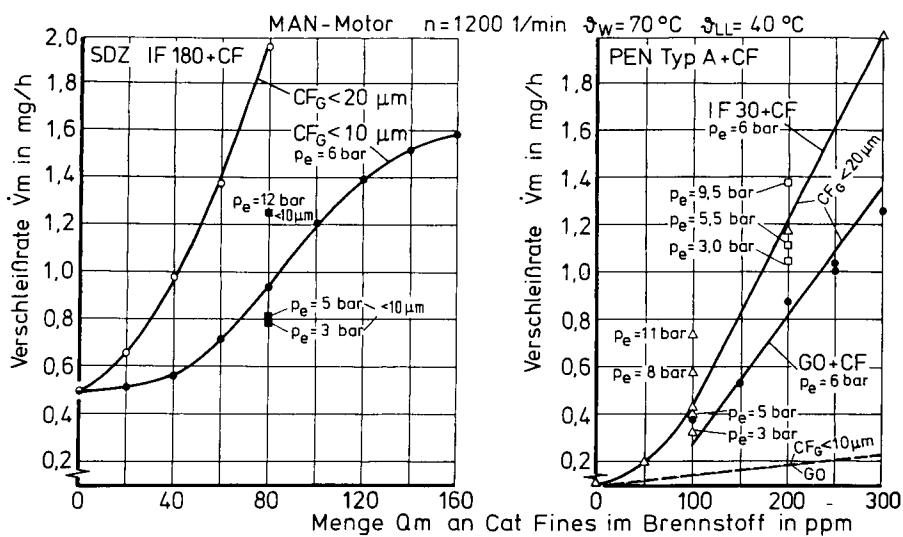
Alternative Brennstoffe – $ZV = f(g, A_{IV\text{abs}})$, SDZ ZP 2

Abb. 2:

Zukünftige Brennstoffe

Verschleißmessung Laufbuchse Co-56; $ZWV = f(CF, \text{Brennstoff})$

3.1. Verschleiß durch Cat-Fines

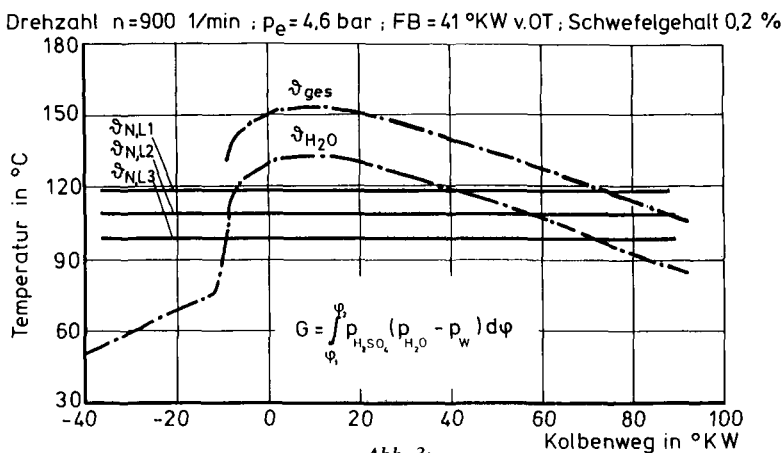
Cat-Fines sind harte Al/Si-Partikel, die als Katalysatorrückstände aus der Cat-Crack-Anlage der Erdölraffinerie ins Schweröl gelangen. Sie verursachen im Motor Verschleiß hauptsächlich am Einspritzsystem, an der Laufbuchse und an Kolbenringen und Kolbenringnuten.

Zur Untersuchung des Cat-Fines-Verschleißes am Versuchsmotor wurden verschiedenen Kraftstoffen gezielt Cat-Fines zugesetzt. Dazu kamen zwei Fraktionen zum Einsatz, eine beinhaltete Partikel bis zu einer Größe von 10 µm, die andere Partikel bis zu 20 µm Größe. Das Ergebnis der zugehörigen Verschleißmessungen zeigt Bild 2. Die unterschiedliche Verschleißzunahme bei den verschiedenen Kraftstoffen bei Zugabe von Cat-Fines ist durch die unterschiedliche Verkokungsneigung der Kraftstoffe bedingt [2]. Gasöl besitzt eine sehr geringe, das Schweröl SDZ eine sehr hohe Verkokungsneigung. In Koks- und Asphaltablagerungen im Brennraum reichern sich offenbar Cat-Fines an und können erhöhten Verschleiß bewirken.

3.2. Korrosionsverschleiß

Schweröle können bis zu 5% Schwefel enthalten. Dadurch entsteht bei der Verbrennung Schwefelsäure, die korrosiven Verschleiß an den Bauteilen hervorruft (Naßkorrosion), die mit dem Verbrennungsgas in Berührung kommen und deren Oberflächentemperaturen die Tautemperaturen von Wasserdampf und Schwefelsäure unterschreiten. An der Laufbuchse besonders gefährdet ist der Zwickel, d.h. der obere Umkehrpunkt des ersten Kolbenrings.

Um Aussagen über die Gefährdung durch Tautemperatur machen zu können, wurden die Partialdrücke der Verbrennungsgaskomponenten und die Tautemperaturen von Wasserdampf und Schwefelsäure berechnet (Bild 3). Ein Gefährdungsfaktor (G), der diese Daten berücksichtigt, wurde definiert und ist ebenfalls Bild 3 zu entnehmen.



Die Gefährdung durch Naßkorrosion läßt sich durch Verändern der Bauteiloberflächentemperaturen, z. B. mittels Variation der Kühlwassertemperaturen, beeinflussen [2]. Ebenfalls steigt oder fällt die Gefährdung bei gleichbleibenden Wandtemperaturen mit der Veränderung des Zünddrucks, die sich auf die Partialdrücke von Wasserdampf und Schwefelsäure auswirkt.

Die rechnerischen Untersuchungen konnten experimentell am Versuchsmotor bestätigt werden.

Literatur

- [1] Hesse, A., Krause, D.: Ermittlung der Abhängigkeit motortechnischer Kenndaten von den Eigenschaften alternativer Brennstoffe, Forschungsbericht BMFT-FB (MTK 0292 5), 1986.
- [2] Behrens, R., Groth, K., Hesse, A.: Verschleißgefährdung beim Einsatz Cat-Fines-haltiger Brennstoffe und beim Einsatz schwefelhaltiger Brennstoffe, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 80 (1986).